Münster.1933.№26 Med Diss.

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster / Westfalen
Direktor: Professor Dr. Müller

# Messungen der Formveränderung des Kautschuks bei Benutzung verschiedener Modellmaterialien und unter verschiedenen Vulkanisationsbedingungen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen
Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster / Westf.

vorgelegt von

J. Frese
Zahnarzt aus Münster i. Westf.

1933

Druck: Heinrich Buschmann, Münster i. W., Drubbel 17/18

Referent: Prof. Dr. Müller

Dekan: Prof. Dr. Esch

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

# Einleitung.

Gysi hat folgende bedeutsame Tatsachen bei der Vulkanisation des Kautschuks festgestellt:

1) Gips wird bei der Vulkanisation breiweich und kann dadurch Anlaß zum Verziehen der Prothesen geben;

2) bei einer Vulkanisationstemperatur über 154° treten Gasblasen im Kautschuk auf, die chemisch als Folgen eines Substitutionsvorganges zu deuten sind;

3) Kautschuk kontrahiert sich je nach den Beimengungen um 8—14 Proz., nachdem er sich zu Beginn der Vulkanisation um ca. 6 Proz. gedehnt hat.

Gysi schlägt auch gleich Maßnahmen zur Beseitigung dieser Fehler vor, und zwar:

1) es wird in Dampf vulkanisiert; dann bleibt der Gips etwas fester, oder Spence-Zement gebraucht, der bleibt sehr hart;

2) die Vulkanisationstemperatur wird nicht über 154° gesteigert;

3) es werden die zungen- und lippenwärts gelegenen Flächen der in Wachs aufgestellten Prothese mit Zinnfolie belegt; dadurch wird die Kontraktion auf diese Gebiete hingelenkt, wo sie unschädlich ist.

Diese Vorschläge haben sich aber nicht in der Praxis einbürgern können. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, daß die tatsächlich zu erreichenden Verbesserungen doch zuviel Mühe und Aufwand kosten, sodaß man sich bisher meistens mit den weniger einwandfreien Resultaten unter Außerachtlassung der Vorschläge Gysis begnügte. Im Laufe der Jahre tauchten zwar gelegentlich neue Modifikationen auf. Auch wurde von vielen Seiten immer wieder auf größte Vorsicht und Exaktheit bei der Vulkanisation hingewiesen. Aber neues, lebhaftes Interesse an Gips und Kautschuk wurde erst wieder wach, als durch die allgemeine Einführung der Funktionsprothesen die Forderung nach genauestem Sitz gestellt wurde.

Die drei Gysischen Forderungen, nämlich 1) hartes Modell, das der Kontraktion Widerstand leistet, 2) die Vulkanisationstemperatur möglichst niedrig halten, 3) eine Isolierschicht auf die Modelle bringen, die die Kontraktion auf vorherbestimmte Flächen ablenkt, treten wieder deutlich in den Aufgabenkreis der wissenschaftlichen Zahnheilkunde.

## Thema:

Ich stellte mir deswegen die Aufgabe,

1) verschiedene neue Modellmaterialien gegeneinander auszuwerten und bei diesen Versuchen

2) den Einfluß der Vulkanisationstemperatur und

3) die Wirkung einer Isolierschicht auf den Sitz der Prothese zu bestimmen.

Es macht nun große Schwierigkeiten, einwandfrei zu beweisen, daß ein neues Verfahren auch bessere Resultate ergibt. Es sind bisher verschiedene Wege begangen worden.

Bjerregaard hat an Prismen und Würfeln von 15 mm Kantenlänge aus Kautschuk die Ausdehnung respektive Kontraktion bei der Vulkanisation gemessen und kommt zu dem Resultat, daß eine Temperatur zwischen 146° und 150° einzuhalten ist, d. h. die Vulkanisation dauert wenigstens 2¼ Stunden; außerdem soll die Anheizzeit eine Stunde betragen. Zur Isolierung von Kautschuk und Gips empfiehlt er eine zehnprozentige Lösung von Zelluloid in Aceton. Exakte Untersuchungen am Patienten will er bald veröffentlichen.

Bjerregaards Verfahren wurde nicht übernommen, da es sich in erster Linie auf die Forderungen zum Vulkanisieren extrem dicker Kautschukstücke bezieht.

Kistner hat mittels eines herausragenden Hakens an die im Munde des Patienten befindliche Prothese Gewichte gehängt und so die Saugkraft der Prothesen bestimmt.

Diese Meßmethode wurde deshalb abgelehnt, weil sie nicht den Sitz der ganzen Prothese, sondern nur die Saugfähigkeit des vorderen Randes mißt. Außerdem können an Patienten niemals einwandfreie Reihenuntersuchungen durchgeführt werden; denn

a) durch häufiges Anprobieren der Prothesen ändert sich die Schleimhaut, sie schwillt oder erschlafft,

b) während der Messungen ändert sich die Konsistenz des Speichels und damit die Adhaesion,

c) es hängt der Sitz einer Prothese sehr vom Willen des Patienten ab, sodaß Lust, Unlust und Ermüdung sich bestimmt in den Messungen geltend machen.

Wustrow hat sich einen gummibedeckten Metallkiefer konstruiert, auf dem er die Funktionsfähigkeit der Prothesen feststellte.

Mit einem solchen Kiefermodell wurden Versuche angestellt. Leider hielt die Weichgummischicht trotz Anwendung aller nur erdenklichen Isoliermaterialien die vielen Gipsabdrücke nicht aus; und sie hätte nach ungefähr 150 Abdrücken sich nicht im geringsten haben ändern dürfen.

Kantorowicz hat zwischen Phantomkiefer und Prothese eine Wachsplatte gelegt und in warmem Wasser einen genügenden Druck ausgeübt, bis ein fester Sitz erreicht war. Dann hat er die Dicke der den Spalt ausfüllenden Wachsplatte gemessen.

Mit einigen Modifikationen schien mir dieser letzte Vorschlag die einwandfreiesten Resultate zu ermöglichen. Nach mehreren Versuchen stellte sich heraus, daß statt Wachs Kühn'scher Abdruckgips die sichersten und schnellsten Resultate ergab. Es wurde auch nicht die Dicke sondern das Gewicht der Zwischenschicht gemessen.

## Ausführung der Versuche.

Bei der Ausführung der Versuche wurden nunmehr folgende Forderungen berücksichtigt:

1) Als Wertungsgrundlage soll das Gewicht einer in den Spalt zwischen Kiefer und Platte eingebrachten plastischen Masse dienen.

2) Die zu untersuchenden Kautschukstücke sollen in Form, Größe und Dicke den gebräuchlichen Prothesen weitgehend ähneln. Jedoch werden alle individuellen plicae, rugae und insertiones wegradiert.

3) Jeder Versuch soll mehrmals wiederholt werden, um zufällige Ergebnisse ausschalten zu können.

4) Es soll an einem Phantomkiefer und nicht am Patienten gemessen werden, da dessen Kiefer keine konstanten Bedingungen stellt.

5) Die benötigte Apparatur soll so einfach wie möglich und die Untersuchungsbedingungen sollen allerorts leicht reproduzierbar sein, sodaß Nachmessungen ohne Schwierigkeiten stattfinden können.

6) Die Untersuchungen beschränken sich nur auf deutsche Modellgipse und in Deutschland verarbeiteten Kautschuk.

Es wurde zunächst ein Zinkkiefer hergestellt, der durch eine ringsum verlaufende, rechtwinkelige Stufe eine scharfe Begrenzung bekam. Die Flächen waren durchaus glatt ohne individuelle Konturen. Von diesem wurde nach Isolierung mit einem Tropfen dickflüssigen Maschinenöls mit Kühnschem Abdruckgips und Ehricke-Löffel Abdruck genommen. Die Abdrücke, die sich ohne zu zerbrechen lösten, wurden auf Freisein von Blasen und exakte Konturen untersucht und die tauglichen wurden sofort ausgegossen, u. zw. immer paarweise Gips und Moldano oder Moldano und Modellit, wie im Untersuchungsprotokoll angegeben, um immer gleichalte Modelle zu erhalten.

Um möglichst gleichgroße Kautschukstücke zu erhalten, wurde eines fertig vulkanisiert und dieses statt einer Wachsschablone beim Einbetten auf das Gipsmodell gesetzt. Die Form war auch wieder beim Zinkkiefer „stilisiert" und natürlich ohne Zähne. Das Stopfen geschah in gewohnter Weise. Bei der Vulkanisation wurde die Anheizzeit, die Vulkanisationstemperatur und dementsprechend die Vulkanisationsdauer variiert. Auch wurden Isolierversuche gemacht mit Zelluloid, Aceton 1 : 10, und zwar entgegen der Anweisung Gysis wurde die Gaumenfläche isoliert, um den Versuch zu machen, die Modelle zum Einschleifen noch einmal zu benutzen. Nach der Vulkanisation wurden die Prothesen sofort mit der Bürste gesäubert. Beim Moldano war oft Schaben mit dem Messer nötig. Nach Trocknung wurden die Stücke dann gewogen, mit Kühnscher Abdruckmasse (sehr dünn angerührt, 10 ccm Gips : 6 ccm Wasser) beschickt und auf das leicht eingeölte Zinkmodell gedrückt; es wurde unter leichten Pumpbewegungen so lange gedrückt, bis beim Nachlassen des Druckes Gipsbrei zurückgesaugt wurde. Dann hatte die Prothese an wenigstens drei Punkten Kontakt mit dem Zinkkiefer. Nach Trocknung des Gipsfutters wurde wieder gewogen. Die Gewichtszunahme ist proportional dem Raume, der durch Verziehen beim Vulkanisieren als Spalt zwischen Kautschukstück und Zinkkiefer entsteht. Abgesehen von Fehlern, die durch Körnchen

im Gipsfutter oder durch punktförmige Erhebungen auf den Kautschukstücken entstehen, die aber durch Besichtigung des Gipsfutter leicht ausgemerzt werden können, muß diese Methode denkbar genaue Ergebnisse bringen.

Es wurden zwei Reihen Versuche durchgeführt. Versuch 1-20 mit Gips und Moldano, Versuch 21-44 mit Moldano und Modellit, davon 38 und 39 mit Gips.

Für die Versuche 1-34 wurde Kautschuk von Geo Poulson, Hamburg, für 35-44 Jota-Kautschuk verwendet.

Es soll zunächst einmal festgestellt werden, wie Gips und Moldano als Modellmaterial den Sitz der Prothese beeinflußt haben. Dabei wird Versuch 6-7 und 13-14 nicht berücksichtigt. 6-7 sind vor der Gipsfutterherstellung verdorben und 13-14 zu kurze Zeit vulkanisiert (auffällig hohes Gipsfuttergewicht).

| Moldano | | Gips | | Alter der Modelle |
|---|---|---|---|---|
| Nr. | Gewicht in g | Nr. | Gewicht in g | |
| 1 | 0,710 | 2 | 0 810 | 45 Std. |
| 3 | 0,960 | 4 | 1,040 | 89 „ |
| 5 | 1,060 | 6 | 1.070 | 70 „ |
| 9 | 0,780 | 10 | 0,820 | 33 „ |
| 11 | 0,870 | 12 | 0,660 | 26 „ |
| 15 | 0,950 | 16 | 0,950 | 15 „ |
| 17 | (1,300) | 18 | (1,700) | 6 „ |
| 19 | (1,000) | 20 | (1,470) | 4½ „ |
| | 7,630 | | 8,520 | |
| | : 8 = 0,954 | | : 8 = 1,065 | |

Die durchschnittliche Maßzahl für die Verziehung beim Moldano ist also 0,954, beim Gips 1,065. Gips würde also um 11 Proz. schlechter abschneiden. Läßt man aber die Versuche 18 und 20, bei denen die Gipsmodelle das ungewöhnlich geringe Alter von 6 bezw. 4½ Std. hatten unberücksichtigt und läßt dementsprechend auch die Parallelversuche in Moldano 17 und 19 aus, dann erhält man als Summen und Durchschnittsgewichte

für Moldano
5,330 : 6 = 0,888

für Gips
5,350 : 6 = 9,802

Der Unterschied wird unbeachtlich klein.

Ein ähnliches Ergebnis ergibt die zweite Versuchsreihe, in der Vergleiche zwischen Modellit und Moldano angestellt wurden. Die Gipsfuttergewichte waren folgende:

| Moldano | | Modellit | |
|---|---|---|---|
| Nr. | Gewicht | Nr. | Gewicht |
| 21 | (1,395) | 22 | (1,095) |
| 23 | (1,385) | 24 | (0,815) |
| 25 | 0,625 | 26 | 0,505 |
| 27 | 0,915 | 28 | 0,750 |
| 29 | 0,560 | 30 | 0,865 |
| 31 | 0,830 | 32 | 1,020 |
| 33 | 0,725 | 34 | 0,510 |
| 35 | 0,450 | 36 | 0,585 |
| 37 | 0,695 | 40 | 0,680 |
| 41 | 0,565 | 43 | 0,715 |
| 42 | 0,535 | 44 | 0,905 |
| | 8,680 | | 8,445 |
| | : 11 = 0,789 | | : 11 = 0,768 |

Es fallen die Versuche 21, 23 und 22 durch die auffällig hohe Zahl auf. Nr. 21-22 waren zu kurze Zeit vulkanisiert, Nr. 23 zeigte im Gipsfutter punktförmigen Kontakt, also keinen idealen Sitz. Läßt man deshalb 21-22 und 23-24 aus, so ergibt sich

Moldano
5,900 : 9 = 0,656

Modellit
6,535 : 9 = 0,726

Die Moldanoversuche fallen auf durch geringere Standardabweichungen; ihre Durchschnittszahl ist um 10 Proz. kleiner als die der Modellitversuche. Ob das mit verschiedener Expansion zusammenhängt, müßte erst durch besondere Messungen festgestellt werden.

Die Modelle aus Moldano und Modellit sind laut Vulkanisationsprotokoll gleich hart.

Bei einer kritischen Durchsicht der Gipsfuttergewichte fällt die große Variabilität auf. Deshalb ist es nicht zu verantworten, auf Grund obiger Zahlen zu behaupten, Moldano ergäbe tatsächlich um 10 Proz. bessere Resultate als Modellit. Dazu ist die Zahl der angestellten Versuche noch viel zu gering. Aber eines geht eindeutig aus den Versuchen hervor: Gips (1.) ist bei der Vulkanisation dem Moldano und Modellit

(1) Gebraucht wurde nicht etwa eine ausgesucht teure Sorte, sondern Alabastergips Ia Extra 25 kg zu 3,90 Mk. von Hinrichs Osterrode.

ebenbürtig, so ideal diese beiden neuen Hartgipse auch bei sonstigen Arbeiten sind.

Aber etwas Neues, Unerwartetes geht aus Tabelle I hervor: Das Alter der Modelle spielt augenscheinlich eine gewisse Rolle. Das hängt mit den besonderen Eigenschaften des Gipses zusammen, der um so weicher wird, je kürzere Zeit nach dem Abbinden er vulkanisiert wird. Deshalb bemühen sich auch die Techniker immer, eingebettete Kautschukarbeiten schnell zu vulkanisieren; dann ist nämlich nachher der Einbettgips weich schneidbar. Vergeht aber eine Nacht oder noch längere Zeit bis zur Vulkanisation, so kostet das Absticheln des Einbettgipses erheblichen Aufwand an Kraft und Zeit. Dasselbe geht auch aus dem Vulkanisationsprotokoll hervor. Die Versuche 5-6, 15-16, 17-18 und 19-20 sind vor 1—3 Stunden eingebettet und haben schneidbaren Einbettgips. Die Versuche 3-4, 7-8 und 11-12 sind 16 bis 66 Stunden alt und machten beim Ausbetten erhebliche Schwierigkeiten.

Da es sich um einen nicht erwarteten Nebenbefund handelt, ist bei den Versuchen auf das Alter der Modelle nicht genügend Rücksicht genommen worden. Es fällt aber auf, daß Nr. 20 (4½ Stunden alt) 1,410 gr und Nr. 18 (6 Stunden alt) 1,700 gr Futtergewicht haben, während die Modelle, die älter als 12 Stunden sind, m Durchschnitt 0,892 gr Gipsfuttergewicht haben. Aehnlich ist es beim Moldano. Hier sind die entsprechenden Zahlen: Nr. 19 1,00 gr und Nr. 17 1,300 gr, während der Durchschnitt 0,888 gr beträgt.

Bei allen älteren Modellen besteht jedoch keine Korrelation mehr zwischen Alter und Gipsfuttergewicht.

Jetzt ist es auch zu verstehen, warum Gysi und Schubert behaupten, Gips sei nach der Vulkanisation breiweich. Sie haben eben gerade erhärteten Gips vulkanisiert. Glücklicherweise sind die Modelle in der Praxis immer einen oder mehrere Tage alt, sonst wäre es garnicht erklärlich, warum der bei Vulkanisationstemperatur breiweiche Kautschuk im breiweichen Gips doch noch seine Form behält.

Das Vulkanisationsprotokoll ergibt, daß manchmal die Gips- und manchmal die Moldanomodelle härter waren. Von einer Brinellprüfung, die in diesem Größenbereich und bei der besonderen Konsistenz des vulkanisierten Gipses sehr unsicher ist, wurde abgesehen. Die Prüfung mit der Hand gibt auch recht sichere Vergleichswerte.

Für die Laboratoriumstechnik ist es wichtig zu wissen, daß die Modelle ein gewisses Alter haben müssen. Jetzt ist es auch verständlich, warum beim Vulkanisieren ohne Modell so oft Fehlresultate auftreten. Das liegt nicht am Verziehen der Wachsmodelle, sondern an der Weichheit des nicht gegenügend alten Einbettgipses.

Die von Gysi und Bjerregaard gestellte Forderung, $154^0$ resp. $150^0$ nicht zu überschreiten, kommt wohl nur bei auffällig (über 8 mm) dicken Prothesen in Frage. Denn bei den angestellten Versuchen hat sich keine Abhängigkeit zwischen Vulkanisationstemperatur und Gipsfuttergewicht ergeben. Nach der Vulkanisationstemperatur geordnet ergibt sich folgende Uebersicht:

| Temp. in Grad | Gips | | Moldano | | Modellit | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nr. | Gewicht | Nr. | Gewicht | Nr. | Gewicht |
| 146 | 14 | (1,860) | 13 | (2,050) | | |
| 149 | | | 27 | 0,915 | 28 | 0,750 |
| 150 | 18 | (1,706) | 17 | (1,300) | | |
| 151 | 12 | 0,660 | 11 | 0,870 | | |
| 151 | 16 | 0,950 | 15 | 0,950 | | |
| 151 | 20 | (1,470) | 19 | (1,000) | | |
| 151 | | | 21 | (1,395) | 22 | (1,095) |
| 160 | 10 | 0,820 | 9 | 0,780 | | |
| 163 | | | 23 | (1,385) | 24 | (0,815) |
| 165 | 4 | 1,040 | 3 | 0,960 | | |
| 165 | 6 | 1,070 | 5 | 1,060 | | |
| 167 | | | 25 | 0,625 | 26 | 0,505 |
| 167 | | | 31 | 0,830 | 32 | 1,020 |
| 168 | | | 29 | 0,560 | 30 | 0,865 |
| 168 | | | 33 | 0,725 | 34 | 0,510 |
| 168 | | | 35 | 0,450 | 36 | 0,585 |
| 168 | 38 | 0,525 | 37 | 0,695 | | |
| 168 | 39 | 0,820 | | | 40 | 0,680 |
| 168 | | | 41 | 0,565 | | |
| 168 | | | 42 | 0,535 | | |
| 168 | | | | | 43 | 0,715 |
| 168 | | | | | 44 | 0,905 |
| 170 | 2 | 0,810 | 1 | 0,710 | | |

Die eingeklammerten Zahlen bedeuten wieder nicht genügend vulkanisiert oder sonstwie fehlerhaft.

Die erwartete Abhängigkeit von der Vulkanisationstemperatur ist nicht festzustellen. Daß die bei höheren Temperaturen bestimmt auftretenden Gasblasen keine Schäden verursachen,

liegt an einer in der Literatur viel zu wenig betonten Tatsache. Der Kautschuck ist bei Vulkanisationstemperatur breiweich. Daß in diesem Zustande eine Entsagung leicht möglich ist, zumal wenn durch Abzugskanäle eine Druckentlastung eintreten kann, ist leicht einzusehen. Natürlich wird man bei der Vulkanisation von voluminösen Prothesen oder gar Obturatoren Bjerregaards Vorschläge streng beachten müssen, nämlich eine Stunde Anheizdauer, zweieinviertel Stunde Vulkanisationsdauer und Temperatur zwischen 146° und 150° (am Quecksilberthermometr gemessen).

Eine Abhängigkeit von der Anheizdauer ist aus der Uebersicht auch nicht zu erkennen.

Betreffs der Schrumpfung bei der Vulkanisation wurden folgende Erfahrungen gemacht:

An den meisten Prothesen wurden deutliche, flächenhafte Einstellungen beobachtet, und zwar gewöhnlich auf dem Kamm und der Labialfläche der Prothesen, in keinem Falle auf der dem Modell zugewandten Seite.

Da Gips und Kautschuk bei der Vulkanisation durch die anfängliche Expansion von ca. 6 Proz. fest verbacken, werden sich Schrumpfungen an dünnen flächigen Prothesenteilen nicht manifestieren. Nur neben voluminöseren Teilen werden die Kontraktionskräfte stark genug sein, die Verbindung zwischen Kautschuk und Gips zu zerreißen. Es entsteht eine Delle. Es liegt in der Natur der Kontraktion, daß diese Dellen sich auf konvexen, nicht aber auf konkaven Flächen ausbilden. Die angestellten Versuche mit einer zehnprozentigen Zelluloid-Acetonlösung als Isoliermaterial sind nicht gemacht worden, um im Sinne Gysis die Kontraktion auf neutrale Flächen abzulenken, sondern um zu versuchen, ob sich die Behauptung im Moldanoprospekt verwirklichen ließe, nämlich, daß die Modelle nach der Vulkanisation noch zum Einschleifen verwendbar wären. Ohne Isolierung konnten die Modelle zumal die aus Gips und Moldano niemals wieder brauchbar gemacht werden.

Die Isolierung wurde also in ganz ungewohnter Weise auf der Gaumenfläche aufgebracht.

Ueber die Ergebnisse gibt folgende Tabelle Auskunft.

| Nr. | | Gewicht | |
|---|---|---|---|
| 34 | Modellit | 0,510 | mit Isolierung |
| 43 | „ | 0,715 | „ „ „ |
| 44 | „ | 0,905 | ohne „ „ |
| 35 | Moldano | 0.450 | mit „ „ |
| 41 | „ | 0.565 | „ „ „ |
| 42 | „ | 0,535 | ohne „ „ |
| 38 | Gips | 0,525 | mit „ „ |
| 39 | „ | 0,820 | ohne „ „ |
| Durchschnittliches Gipsfuttergewicht nach Tabelle II | | | |
| | Modellit | 0,768 | |
| | Moldano | 0,789 | |

Dieses Ergebnis ist recht unerwartet. Die Isolierung der Gaumenfläche hat also nicht im geringsten geschadet. Ob sich am

Patienten die Isolierung auch so günstig auswirkt, muß erst die Erfahrung zeigen. Denn es ist immerhin denkbar, daß an der Ah-Linie doch ein geringer Schwund auftreten kann, der sich im Gipsfuttergewicht nicht zu äußern braucht, der aber den Sitz der Prothese wegen Störung der Ventilwirkung sehr verschlechtern kann. Sollten sich aber am Patienten ähnlich günstige Resultate wie am Phantomversuch ergeben, so wäre für die Laboratoriumstechnik durch vollständige Isolation mit Zelluloidlösung ein erheblicher Zeitgewinn zu erzielen; denn die isolierten Kautschukflächen kommen vollständig blank aus der Küvette. Eine Wiederverwendung der isolierten Modelle beim Einschleifen ist theoretisch möglich. Der praktischen Durchführung stellen sich aber viele Hindernisse entgegen. 1) Man müßte so große Küvetten benutzen, daß die hohen vom Artikulator abgezogenen Modelle darin Platz finden. 2) Man müßte das Loch im Modell, in dem der Artikulatorarm gesteckt hat, durch einen genau passenden korrosionsfesten Metallstab sichern, da sonst Einbettgips hineindringt und ein Wiederaufstecken der Modelle auf den Artikulator unmöglich macht.
3) Es läßt in vielen Fällen die Konsistenz auch von Modellit und Moldano viel zu wünschen übrig. Nach der Vulkanisierung müssen die Modelle erst vollkommen getrocknet werden, bis sie eine befriedigende Härte erreichen; bei feuchtem Lagern tritt Versandung ein.

Das Verfahren, die Modelle nach der Vulkanisation noch einmal zu Einschleifen zu verwenden, kann also für die Praxis nicht empfohlen werden. Die Herstellung eines Schleifblockes macht nicht mehr Mühe.

## Zusammenfassung:

1) Bei der Vulkanisation sind Modelle aus Gips (älter als 12 Stunden), Moldano und Modellit gleichwertig.

2) Die Vulkanisationstemperatur kann bei normalen Stücken bis $170^0$ betragen. Nur bei abnorm großen Stücken ist eine Temperatur von etwa $150^0$ bis $154^0$ Thermometerskala gleich $156^0$ bis $160^0$ Manometerskala notwendig.

3) Sollten Versuche am Patienten gleich günstige Resultate ergeben, so ist die allseitige Isolierung mit zehnprozentiger Zelluloid-Aceton-Lösung sehr anzuraten.

Nebenbefund: Modelle, die unter 6 Stunden alt sind, können Verziehungen der Prothesen ergeben.

Besondere Feststellungen: die Vulkanisation ist von so vielen bekannten und unbekannten Faktoren abhängig, daß nur solche Untersuchungen weitere Klarheit bringen können, die wenigstens in zehnfacher Wiederholung angestellt werden.

| Nr. | Material | Alter d. Modells b. z. Vulk. in Std. | Alter d Einbettgipses in Std. | Hoch von 100° auf Vulk. Temp. in min. | auf Grad | Dauer der Vulk. in min. | ausgebettet n. Std. | Modellbefund | Gewicht der Prothesen ohne Gipsfutter | mit Gipsfutter | Zunahme |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Mold. | 45 | 21 | 60 | 170 | 60 | 15 | Einbettgips versandet, Gipsmodell versandet | 10,670 | 11.380 | 0,710 |
| 2 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Moldano etwas härter, aber schnittweich | 9,660 | 10,470 | 0,810 |
| 3 | Mold. | 89 | 66 | 17 | 165 | 65 | 2 | Einbettgips sehr hart, schwer stichelbar | 9,140 | 10,100 | 0,960 |
| 4 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Gipsmodell gleich hart, Mold. schneidbar | 9,930 | 10,970 | 1,040 |
| 5 | Mold. | 70 | 3 | 17 | 165 | 65 | sofort | Einbettgips weich schneidbar. Mold. etwas | 11,300 | 12,360 | 1,060 |
| 6 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | fester, Gips noch fester als Mold. | 10,810 | 11,880 | 1,070 |
| 7 | Mold. | 88 | 16 | 20 | 170 | 60 | sofort | Einbettsgips eben schneidbar, Mold. weicher | | | |
| 8 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Gips deutlich härter schwer schneidbar | | verdorben | |
| 9 | Mold. | 33 | 2 | 16 | 160 | 75 | 13 | Einbettgips und Gipsmodell total versandet, | 10,320 | 11,110 | 0,780 |
| 10 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Moldano merklich fester aber weich schneidb. | 9,930 | 10,750 | 0,820 |
| 11 | Mold. | 26 | 18 | 70 | 151 | 135 | 3 | Einbettgips schwer schneidbar, Moldano leich- | 9,830 | 10,700 | 0,870 |
| 12 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | ter, Gips deutlich härter (nur stichelbar) | 9,720 | 10,380 | 0,660 |
| 13 | Mold. | 32 | 9 | 40 | 146 | 135 | 12 | Einbettgips und Gipsmodell total versandet, | 10,320 | 12,370 | 2,050 |
| 14 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Moldano etwas fester, aber schnittweich, zu wenig vulkanisiert, Stücke weich | 10,370 | 12,230 | 1,860 |
| 15 | Mold. | 15 | 2 | 40 | 151 | 150 | 2 | Einbettgips schnittweich, Gips etwas fester, | 10,020 | 10,970 | 0,950 |
| 16 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Moldano noch fester, aber auch schneidbar | 9,360 | 10,310 | 0,950 |
| 17 | Mold. | 6 | 1 | 50 | 150 | 12 | sofort | Einbettgips schneidbar, Gips stichelbar, | 9,430 | 10,730 | 1,300 |
| 18 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Moldano noch härter als Gips | 9,280 | 10,980 | 1,700 |
| 19 | Mold. | 4 | 1 | 50 | 151 | 135 | sofort | Einbettgips schneidbar, Gipsmodell härter, | 10,420 | 11,420 | 1,000 |
| 20 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | Moldano noch härter | 10,680 | 12,150 | 1,470 |

| Nr. | Material | Alter des Mor ells b. z. Vulka in Std. | Alter d. Einbett-Gipses in Std. | Hoch v. 100° auf Vulk. Temp innnin. | auf Grad | Dauer d. Vulk. in min. | ausgebettet nach Std. | Modellbefund | Gewicht der Prothesen ohne Gipsfutter | Gewicht der Prothesen mit Gipsfutter | Zunahme |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | Molda | 31 | 5 | 15 | 151 | 90 | sofort | Nicht genug vulkanisiert Moldano weicher und schmieriger als Modellit | 10,120 | 11,515 | 1,395 |
| 22 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 10,580 | 11,675 | 1,095 |
| 23 | Molda | 42 | 16 | 20 | 163 | 90 | sofort | Modellit fester als Moldano. Modellit löst sich leicht aus. Moldano fest verbacken | 9,680 | 11,065 | 1,385 |
| 24 | Mdlit | , | „ | „ | „ | „ | „ | | 11,255 | 12,070 | 0,815 |
| 25 | Molda | 19 | 2 | 15 | 167 | 65 | 2 | Moldano und Modellit gleich weich. Modellit ganz abgelöst; Oberhaut. Mold fest verbacken. | 9,980 | 10,605 | 0,625 |
| 26 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 10,075 | 10,580 | 0,505 |
| 27 | Molda | 24 | 7 | 45 | 149 | 150 | sofort | Beide gleich weich Nach vollständig. Trocknen Mold erheblich härter als Modellit. Modellit sandig schneidbar, löst sich gut aus. | 11,605 | 12,520 | 0,915 |
| 28 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 9,925 | 10,675 | 0.750 |
| 29 | Molda | 66 | 44 | 90 | 168 | 60 | sofort | Beide gleich weich, bröcklich. Einbettgips weicher Modellit löst sich besser aus und hat harte Oberhaut Nach Trocknung beide fester | 11,860 | 12,420 | 0,560 |
| 30 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 11,810 | 12,675 | 0,865 |
| 31 | Molda | 44 | 3 | 25 | 167 | 60 | sofort | Beide gleich. Modellit gut ausgelöst, glatte feste Oberschicht. Mold fest mit Kautsch verbacken Nach Trocknen beide gleich fest. | 9,845 | 10,675 | 0,830 |
| 32 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 10,670 | 11,090 | 1,020 |
| 33 | Molda | 46 | 2 | 25 | 168 | 60 | sofort | Modellit isoliert. Mold härter. Nach Trocknung Mold deutlich härter Modellit sandig schneidbar aber durch Zelluloid geschützt, gut, formbeständig. | 11,605 | 12,330 | 0,725 |
| 34 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 10,040 | 10,550 | 0,510 |
| 35 | Molda | 111 | 63 | 20 | 168 | 90 | sofort | Mold isoliert. Beide gleich fest schneidbar. Mold gut ausgelöst. Kautschuk wegen zu langer Vulk. spröde | 13,665 | 14,115 | 0,450 |
| 36 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 13,045 | 13,630 | 0,585 |
| 37 | Molda | 114 | 2 | 20 | 168 | 105 | sofort | Gips isoliert. Nicht ganz ausgelöst, weil Zelluloid zu dünn. Beide gleich fest. | 12,150 | 12,845 | 0,6955 |
| 38 | Gips | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 11,870 | 12,395 | 0,525 |
| 39 | Gips | 80 | 2 | 20 | 168 | 70 | sofort | Gips und Modellit gleich fest. | 12,496 | 13,315 | 0,820 |
| 40 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | | 12,515 | 13,195 | 0,680 |
| 41 | Molda | 88 | 14 | 20 | 168 | 60 | sofort | 21 mit, 22 ohne Isolierung. | 12,605 | 13,170 | 0,565 |
| 42 | Molda | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 22 schlecht, 21 gut ausgelöst. | 13,085 | 13,620 | 0,535 |
| 43 | Mdlit | 17 | 5 | 20 | 168 | 75 | sofort | 23 mit, 24 ohne Isolierung. | 13,225 | 13,950 | 0,715 |
| 44 | Mdlit | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 23 besser ausgelöst. | 12,850 | 13,755 | 0,905 |

## Literaturnachweis.


1. Bayer, Das Gipsmodell,
   Zahnärztliche Rundschau, 1928, Nr. 22.
2. Bjerregaard, Vulkanisierung.
   Zahnärztliche Rundschau, 1932, Nr. 7.
3. Deichmann, Untersuchungen über die Expansion des Gipses. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, 1927, Nr. 16.
4. Ditmar, Technologie des Kautschuks.
   Hartlebens Verlag, Wien und Leipzig, 1915.
5. Gysi, Kautschukvulkanisation.
   Schweizer Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde, 1921, (Gysifestschrift).
6. Kistner, Ueber Formveränderung von Gebißbasen bei der zweiten Vulkanisation.
   Zahnärztliche Rundschau, 1932, Nr. 10.
7. Köhler, Fehlgriffe in der Zahnersatzkunde.
   Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde, 7. Band, 1. Teil.
8. Planer, Formveränderungen des Kautschuks nach mehrmaligem Vulkanisieren.
   Zeitschrift für Stomatologie, 1929, Nr. 2.
9. Schönbeck, Materialienkunde.
   Meusser, Berlin, 1922.
10. Schubert, Ueber Modellgips.
    Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift, 1931, Nr. 24.
11. Stark, Ventilrandprothese und Hanaumethode.
    Zahnärztliche Rundschau, 1930, Nr. 43-44.
12. Wannemacher, Der Gips als Abdruckmaterial mit besonderer Berücksichtigung seiner Expansion.
    Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, 1925, Nr. 10.
13. Wannemacher, Materialkunde.
    Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde, 7. Band, 1. Teil.
14. Wirtz, Der Einfluß der Vulkanisation des Zahnkautschuks auf dessen Festigkeit.
    Monatsschrift für Zahnheilkunde, 1924, Nr. 3.
15. Wustrow, Klinik der Plattenprothetik.
    C. Thieme, Leipzig. 1932.
16. Wustrow, Laboratoriums- und Materialkunde.
    Bruhn-Kantorowicz-Partsch, Handbuch der Zahnheilkunde. Dritter Band, Zahnärztliche Prothetik. J. F. Bergmann, München, 1930.
17. Wustrow, Die Plattenprothese.
    Ebenda.

## Lebenslauf.

Am 2. April 1902 wurde ich zu Paderborn geboren als Sohn des Schulrats Wilhelm Frese. Nach neunjährigem Besuch des Staatlichen Gymnasiums in Dortmund erhielt ich Ostern 1921 das Reifezeugnis. Darauf war ich zwei Jahre lang Lehrling in einem landwirtschaftlichen Betriebe und studierte ab Ostern 1923 Landwirtschaft auf der Universität zu Halle. Im Frühjahr 1926 bestand ich dort das landwirtschaftliche Diplomexamen. Ich hatte die Absicht, Landwirtschaftslehrer zu werden. Durch Einführung des numerus clausus an den Seminaren mußte ich jedoch mit einer vier- bis fünfjährigen Wartezeit rechnen. Daher gab ich diesen Plan auf und wandte mich Ostern 1929 dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität in Münster zu. Hier erhielt ich am 3. Juni 1932 die Approbation als Zahnarzt. Seit dem 1. Oktober 1932 bin ich an der hiesigen Universitätszahnklinik als apl. Assistent beschäftigt.